



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 42 09 590 C 1

51 Int. Cl. 5:  
F 01 L 9/02

21 Aktenzeichen: P 42 09 590.5-13  
22 Anmeldetag: 25. 3. 92  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 5. 93

DE 42 09 590 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen  
GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:

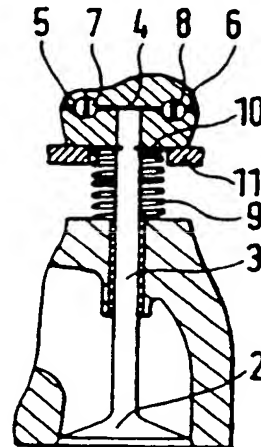
Freitag, Martin, 7990 Friedrichshafen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 39 775 A1

54 Einrichtung zur Betätigung der für den Gaswechsel einer Brennkraftmaschine dienenden Ventile durch Druckbeaufschlagung eines Kolbens

57 Die Erfindung betrifft Gaswechselventile bei Brennkraftmaschinen und ihre Betätigung durch Druckbeaufschlagung eines Kolbens. Um insbesondere den Druckmittelverbrauch klein zu halten, wird der Kolben nur solange mit Druck beaufschlagt, bis das Ventil von seinem Sitz abgehoben ist und soweit beschleunigt ist, daß die Massekräfte ausreichen, das Ventil in seine geöffnete Endstellung zu befördern, in der es durch Rastelemente einer Arretiervorrichtung festgehalten wird. Der Druckraum, der an den Kolben angrenzt, ist während dieser Phase, in der die Massekräfte das Ventil weiterbewegen, nicht mit einer Hochdruckleitung, sondern mit einer Niederdruckleitung verbunden, über die druckloses Arbeitsmittel in den Druckraum einströmen kann. Die Steuerung von Arbeitsmittelzu- und -abfluß erfolgt über ein Zulauf- und ein Entlastungsventil, die als einfache Magnetventile ausgebildet sein können.



DE 42 09 590 C 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Betätigung der für den Gaswechsel einer Brennkraftmaschine dienenden Ventile durch Druckbeaufschlagung eines Kolbens nach dem Oberbegriff des Anspruchs, wie sie beispielsweise aus der DE 37 39 775 A1 als bekannt hervorgeht.

Bei der Einrichtung nach der DE 37 39 775 A1 wird ein kompressibles Fluid zur Druckbeaufschlagung eines Kolbens benötigt, der mit dem Ventilschaft eines Ventils gekoppelt ist. Das Öffnen des Ventils erfolgt nach dem Zurückziehen von Rastelementen einer Arretiervorrichtung, die in der geschlossenen Ausgangsstellung des Ventils in eine erste Umfangsnut des druckbeaufschlagten Kolbens eingreifen. Während der Öffnungsphase entspannt sich das in einem Druckraum eingeschlossene Druckmittel, der an den Kolben angrenzt. Zugleich wird eine Ventilschließfeder beim Öffnen des Ventils vorgespannt. In der geöffneten Endstellung des Ventils greifen die Rastelemente der Arretiervorrichtung in eine zweite Umfangsnut des Kolbens ein. Zum Schließen des Ventils werden die Rastelemente zurückgezogen, und die Ventilschließfeder drückt den Kolben in seine Ausgangsstellung zurück. In der Ausgangsstellung wird der Kolben durch die Rastelemente gehalten, die wiederum in die erste Umfangsnut eingreifen. In der Ausgangsstellung bis zum Beginn des nächsten Ventilspiels kann der Druckraum zum Ausgleich von Leckageverlusten mit einer Druckmittelleitung verbunden werden. Während des Ventilspiels ist der Druckraum mit der Druckmittelleitung nicht verbunden. Der Druckmittelbedarf wird kleingehalten, weil die in der Ventilschließfeder gespeicherte Energie beim Schließen des Ventils, abgesehen von Leckageverlusten und Reibung, wieder zur Erhöhung des Drucks des im Druckraum eingeschlossenen Druckmittels verwendet wird. Bei Verwendung von einem Druckgas sind die Leckageverluste jedoch naturgemäß hoch, insbesondere auch deshalb, weil während der Ruhephase zwischen zwei Ventilspielen ständig hoher Druck im Druckraum anliegt. Nachteilig ist ferner, daß für den Druckraum ein recht hohes Bauvolumen anzusetzen ist, um ausreichende Ventilwege zu ermöglichen. Ferner ist der Steuerungsaufwand für die Betätigung der Rastelemente in zwei verschiedenen Kolbenstellungen relativ hoch. Die Verwendung einer Druckflüssigkeit scheidet bei der dargestellten Einrichtung aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Betätigung der Gaswechselventile einfach und raumsparend zu gestalten, den Druckmittelverbrauch sehr klein zu halten und dabei auch die Verwendung eines inkompressiblen Druckmittels zu ermöglichen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, die Einrichtung nach dem Anspruch so zu gestalten, daß ein an einen Kolben angrenzender Druckraum zum Öffnen des Gaswechselventils über ein Zulaufventil mit einer Hochdruckleitung verbindbar ist. Die Verbindung mit der Hochdruckleitung soll jedoch nur so lange bestehen bleiben, bis das Ventil von seinem Sitz abgehoben ist und eine vorgegebene Beschleunigung erreicht ist, die ausreicht, das Ventil infolge der daran wirkenden Massekräfte in die vorgesehene geöffnete Endstellung zu bewegen. Damit die Bewegung des Ventils nach dem Schließen des Zulaufventils nicht aufgehalten wird, wird der Druckraum beim Schließen des Zulaufventils über ein Entlastungsventil mit einer Niederdruckleitung ver-

bunden. Über die Niederdruckleitung wird während der weiteren Öffnungsphase Luft oder ein anderes Arbeitsmittel in den Druckraum angesaugt, das unter dem Umgebungsdruck steht. In der geöffneten Stellung wird das Ventil durch einen Rastmechanismus gehalten, der zum Schließen des Ventils wieder zurückgezogen wird. Das Schließen des Ventils erfolgt durch die Ventilschließfeder, die während des Öffnens des Ventils vorgespannt wurde. Es wird wenig Pumpleistung benötigt, weil nur die einem Teilhub des Kolbens beim Öffnen des Ventils entsprechende Druckmittelmenge zugeführt wird. Die Bauhöhe ist wegen des niedrigen Druckraums klein, auch wenn der Ventilschaft als Kolben ausgebildet ist. Die Steuerung von Zu- und Entlastungsventil in Hochdruck- und Niederdruckleitung kann in einfacher Weise, beispielsweise kennfeldabhängig mittels eines Mikroprozessors erfolgen. Bei Zulauf- und Entlastungsventil handelt es sich beispielsweise um einfache Magnetventile.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Ventils in der geschlossenen Ausgangsstellung zwischen zwei Ventilspielen — Zulauf- und Entlastungsventil zum Druckraum sind geschlossen,

Fig. 2 das Ventil in der Öffnungsphase — das Zulaufventil zum Druckraum ist geöffnet, das Entlastungsventil ist geschlossen,

Fig. 3 das Ventil in der Öffnungsphase — das Zulaufventil ist geschlossen, das Entlastungsventil ist geöffnet,

Fig. 4 das Ventil in der geöffneten Endstellung — das Zulaufventil zum Druckraum ist geschlossen, das Entlastungsventil ist geöffnet, die Rastelemente der Arretiervorrichtung sind eingerastet,

Fig. 5 das Ventil in der Schließphase — das Zulaufventil zum Druckraum ist geschlossen, das Entlastungsventil ist geöffnet, die Rastelemente sind zurückgezogen,

Fig. 6 die Ventilerhebungskurve über der Zeit.

Das in den Fig. 1 bis 5 im Schnitt dargestellte Ventil dient als Ein- oder Auslaßventil zur Steuerung des Gaswechsels in Brennkraftmaschinen. Das Ventil ist mit dem Ventilschaft 3 im Zylinderkopf geführt. Der Ventilteller 2 liegt in der Ruhephase zwischen zwei Ventilspielen auf seinem Sitz im Zylinderkopf an. In dieser Phase sind, wie in Fig. 1 gezeigt, ein Zulaufventil 7 in einer Hochdruckleitung und ein Entlastungsventil 8 in einer Niederdruckleitung geschlossen. Zulaufventil 7 und Entlastungsventil 8 sind beispielsweise als Magnetventile ausgebildet, die beispielsweise durch einen Mikroprozessor kennfeldabhängig gesteuert werden. Zum Öffnen des Ventils wird, wie in Fig. 2 dargestellt, das Zulaufventil 7 geöffnet, so daß über die Hochdruckleitung 5 in den Druckraum 4 Druckmittel zufließen kann. Der Druck des Arbeitsmittels und die Kolbenfläche sind so abgestimmt, daß der brennraumseitig am Ventilteller 2 wirkende Gasdruck der Verbrennungsgase überwunden wird. Sobald der Ventilteller 2 von seinem Sitz abgehoben hat, nimmt die Gegenkraft schlagartig ab, weil die Verbrennungsgase auch auf die Rückseite des Ventiltellers 2 gelangen. Nach einer kurzen Phase, wenn das Ventil unter der Wirkung des Druckmittels so weit beschleunigt ist, daß die Massekräfte alleine ausreichen, um das Ventil in die geöffnete Endstellung zu befördern, wird das Zulaufventil 7 abgesperrt. Zugleich muß das Entlastungsventil 8 geöffnet werden, das den Druckraum 4 mit der Niederdruckleitung 6 verbindet. Über

die Niederdruckleitung 6 kann Luft oder eine Flüssigkeit nachströmen, die unter dem Umgebungsdruck steht. Dieser Zeitpunkt, in dem das Zulaufventil 7 gerade geschlossen und das Entlastungsventil 8 gerade geöffnet ist, ist in Fig. 3 dargestellt. Fig. 4 zeigt das Ventil in der geöffneten Endstellung. Das Zulaufventil 7 ist noch immer geschlossen und das Entlastungsventil 8 ist noch immer offen. Es greifen die Rastelemente 11 der Arretiervorrichtung hinter die Federstützplatte 10, so daß das Ventil in der geöffneten Endstellung verbleibt, obwohl im Druckraum 4 der Umgebungsdruck herrscht. In der Fig. 5 ist das Ventil in der Schließphase dargestellt. Die Rastelemente 11 sind zurückgezogen, während die Ventilschließfeder 9, die beim Öffnen des Ventils vorgespannt wurde, das Ventil in die Ausgangslage zurückführt. Natürlich ist in dieser Phase das Zulaufventil 7 geschlossen und das Entlastungsventil 8 geöffnet. Dabei sorgen hydraulische Bremsen (enge Spalte oder Strömungswiderstände in der Abströmleitung) für eine weiches Aufsetzen des Ventils auf seinem Sitz. Nach dem Aufsetzen schließt das Entlastungsventil 8. Das Ventilspiel ist beendet.

In Fig. 6 ist in einer Ventilerhebungskurve der zeitliche Ablauf der Ventilbewegung durch den Hub  $s$  dargestellt. Zum Zeitpunkt  $t_a$  wird das Zulaufventil 7 geschlossen und das Entlastungsventil 8 geöffnet. Zu diesem Zeitpunkt ist das Ventil bereits ausreichend beschleunigt, so daß allein die Massekräfte das Ventil in seine geöffnete Endstellung treiben, die im Zeitpunkt  $t_b$  erreicht wird. Im Zeitpunkt  $t_p$  rücken die Rastelemente ein. Bis zum Zeitpunkt  $t_c$  wird das Ventil durch die Rastelemente in der offenen Stellung gehalten.

Die benötigte Druckmittelmenge kann dadurch klein gehalten werden, daß vor Erreichen der geöffneten Endstellung des Ventils der Zufluß von Druckmittel zum Druckraum durch Sperren der Hochdruckleitung gestoppt wird und eine Arretiervorrichtung vorgesehen ist, durch die das Ventil in der Endstellung gehalten wird. Dementsprechend ist die aufzubringende Pumpleistung entsprechend dem geringeren Volumenstrom kleiner, der sich aus dem Produkt aus Kolbenfläche und Kolbenhub errechnet. Die Leckageverluste können insbesondere bei Verwendung einer Druckflüssigkeit niedrig gehalten werden. Der Leistungsaufwand kann so erheblich reduziert werden.

Die Bauhöhe ist wegen des niedrigen Druckraums klein, auch wenn der Ventilschaft als Teil des Kolbens ausgebildet ist.

#### Patentanspruch

Einrichtung zur Betätigung der für den Gaswechsel einer Brennkraftmaschine dienenden Ventile durch Druckbeaufschlagung eines Kolbens, wobei das Druckmittel über eine Hochdruckleitung, die ein Zulaufventil enthält, in einen Druckraum mit dem Kolben zuführbar ist, der mit dem Ventilschaft eines Ventils gekoppelt ist, wobei das Ventil bei Druckbeaufschlagung des Kolbens geöffnet wird und in der geöffneten Endstellung mittels eines Rastmechanismus arretierbar ist, und wobei die Überführung des Ventils in die geschlossene Ausgangsstellung nach Lösen des Rastmechanismus mittels einer Ventilschließfeder erfolgt, die beim Öffnen des Ventils gespannt wurde, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (4) zum Öffnen des Ventils mit der Hochdruckleitung (5) nur solange verbunden bleibt, bis das Ventil von seinem Sitz

abgehoben und eine vorgegebene Beschleunigung erreicht hat, und daß ein Entlastungsventil (8) vorgesehen ist, das derart betätigbar ist, daß der Druckraum (4) nach dem Abheben des Ventils von seinem Sitz mit einer Niederdruckleitung (6) verbunden wird, sobald die Hochdruckleitung (5) durch das Zulaufventil (7) abgesperrt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

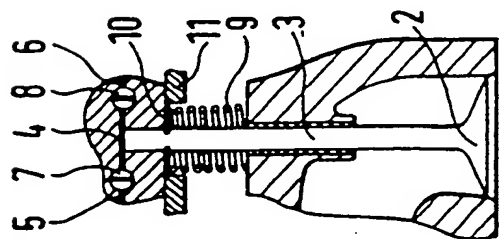


FIG. 1

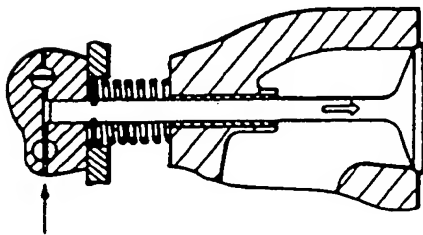


FIG. 2

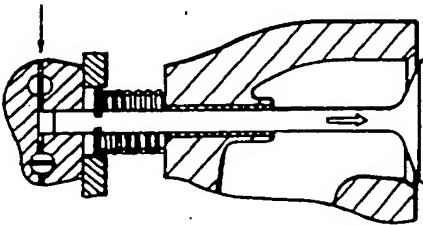


FIG. 3

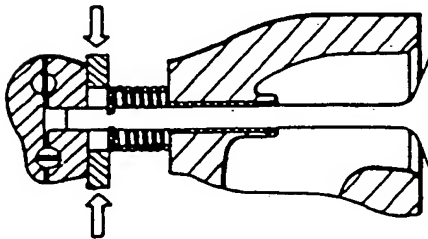


FIG. 4

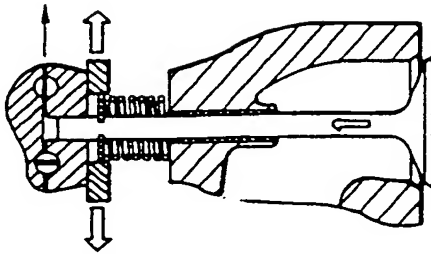


FIG. 5

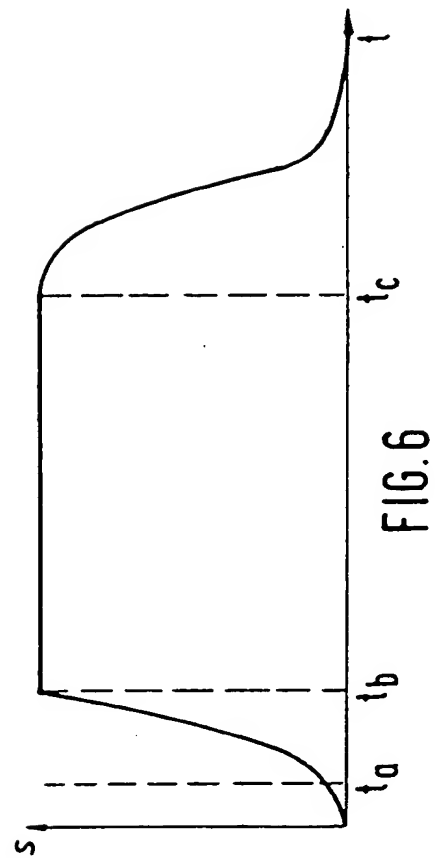


FIG. 6